

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(11)Publication number : **06-285063**(43)Date of publication of application : **11.10.1994**

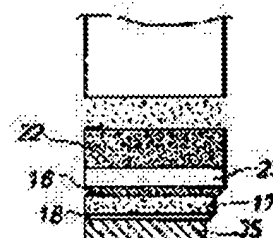
(51)Int.Cl.

**A61B 8/00****G01N 29/24****H01L 41/24****H04R 17/00**(21)Application number : **05-098741**(71)Applicant : **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**(22)Date of filing : **31.03.1993**(72)Inventor : **ADACHI HIDEO  
SAWADA YUKIHIKO  
FUJIMURA TAKENAO  
WAKABAYASHI KATSUHIRO****(54) ULTRASONIC TRANSDUCER AND ITS PRODUCTION**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve performance and to drastically reduce costs by producing the transducer without using adhesive layers at all and without requiring a cutting stage.

**CONSTITUTION:** A lower electrode 16 is formed by injection depositing on an insulating substrate 23. A piezoelectric thin film 17, an upper electrode 18 and an acoustic matching layer 35 are successively formed on this lower electrode 16. A damping layer 22 is formed by injection deposition under this insulating substrate 23.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

**27.03.2000**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**3356820**

[Date of registration] 04.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010094917      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1994-362630/ 199445

XRPX Acc No: N94-284386

**Ultrasonic transducer for diagnostic medical treatment - with lower  
electrode injection-formed on insulation substrate and carrying  
piezoelectric thin film, upper electrode and sound adjustment layer**  
**NoAbstract**

Patent Assignee: OLYMPUS OPTICAL CO LTD (OLYU )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 002

Patent Family:

| Patent No  | Kind | Date     | Applicat No | Kind | Date     | Week     |
|------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| JP 6285063 | A    | 19941011 | JP 9398741  | A    | 19930331 | 199445 B |
| JP 3356820 | B2   | 20021216 | JP 9398741  | A    | 19930331 | 200302   |

Priority Applications (No Type Date): JP 9398741 A 19930331

Patent Details:

| Patent No  | Kind | Lan | Pg | Main IPC    | Filing Notes                     |
|------------|------|-----|----|-------------|----------------------------------|
| JP 6285063 | A    |     | 9  | A61B-008/00 |                                  |
| JP 3356820 | B2   |     | 9  | A61B-008/00 | Previous Publ. patent JP 6285063 |

Abstract (Basic): JP 6285063 A

Dwg.5/29

Title Terms: ULTRASONIC; TRANSDUCER; DIAGNOSE; MEDICAL; TREAT; LOWER;  
ELECTRODE; INJECTION; FORMING; INSULATE; SUBSTRATE; CARRY; PIEZOELECTRIC;  
THIN; FILM; UPPER; ELECTRODE; SOUND; ADJUST; LAYER; NOABSTRACT

Derwent Class: P31; S03; S05

International Patent Class (Main): A61B-008/00

International Patent Class (Additional): G01N-029/24; H01L-041/22;  
H01L-041/24; H04R-017/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S03-E08X; S05-D03A1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-285063

(43)公開日 平成6年(1994)10月11日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号    | 庁内整理番号  | F I            | 技術表示箇所              |
|--------------------------|---------|---------|----------------|---------------------|
| A 6 1 B 8/00             |         | 9361-4C |                |                     |
| G 0 1 N 29/24            | 5 0 2   | 8105-2J |                |                     |
| H 0 1 L 41/24            |         |         |                |                     |
| H 0 4 R 17/00            | 3 3 0 J | 9181-5H |                |                     |
|                          |         | 9274-4M |                |                     |
|                          |         |         | H 0 1 L 41/ 22 | Z                   |
|                          |         |         | 審査請求 未請求       | 請求項の数10 F D (全 9 頁) |

(21)出願番号 特願平5-98741

(22)出願日 平成5年(1993)3月31日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 安達 日出夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 沢田 之彦

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 号  
オリンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 藤村 毅直

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 奈良 武

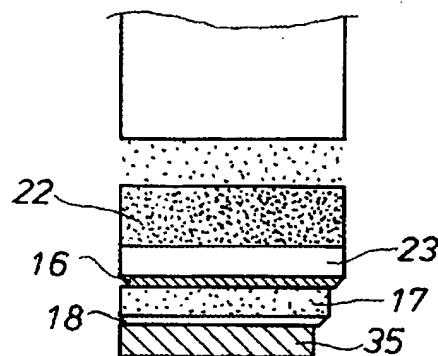
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波トランスデューサとその製造方法

(57)【要約】

【目的】 接着層を一切用いず、裁断工程を必要とせず製造し、性能を向上させて、大幅なコスト低減を実現する。

【構成】 絶縁基板23上に下部電極16を噴射堆積により形成する。同様に、下部電極16上に圧電体薄膜17、上部電極18および音響整合層35を順次形成する。絶縁基板23下に噴射堆積によりダンピング層22を形成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子層、音響整合層およびダンピング層を基本構成要素とする超音波トランスデューサにおいて、前記基本構成要素の内の少なくとも1つの層が超微粒子を噴射堆積することにより形成したことを特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項2】 圧電素子層、音響整合層およびダンピング層を基本構成要素とする超音波トランスデューサにおいて、前記圧電素子層は複数の圧電素子と電極とを超微粒子を噴射堆積することにより積層した積層圧電素子としたことを特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項3】 基板上に下部電極および圧電素子を順次形成して熱処理を行った後、この上面へ上部電極材料および音響整合層材料の順に噴射堆積を行うことにより積層構造体を形成し、次いで該積層構造体の下面へダンピング層材料の噴射堆積を行うことにより、圧電素子、音響整合層およびダンピング層を基本構成要素とした超音波トランスデューサを得ることを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項4】 基板上にダンピング層、絶縁層、下部電極および圧電素子を順次形成して熱処理を行った後、この上面へ上部電極材料および音響整合層材料の順に噴射堆積を行うことにより、圧電素子、音響整合層およびダンピング層を基本構成要素とした超音波トランスデューサを得ることを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項5】 超音波トランスデューサの各層に対応する専用のノズルを各層の積層順に配設するとともに、各ノズルと基板とを相対的に走査しながら超微粒子を噴射堆積することにより基板上に積層構造体を形成し、次いで該積層構造体の下面へダンピング層を形成することを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項6】 基板の表面に超音波トランスデューサの平面形状と同一な開口を有するマスクを密着させ、該開口の内部に圧電素子材料および音響整合材料をノズルから超微粒子の状態に順に噴射堆積させた後、前記マスクを除去することを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項7】 曲面形状を有する耐熱性絶縁基板を使用した超音波トランスデューサの製造方法において、超微粒子の噴射方向が耐熱性絶縁基板の表面に対して常に垂直となる様にノズルと耐熱性絶縁基板との位置を制御し、両者を相対的に走査することにより噴射堆積を行うことを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項8】 基板上に下部電極材料、圧電素子材料、中間電極材料、圧電素子材料および上部電極材料をノズルから超微粒子の状態に順に噴射堆積して積層圧電素子を形成した後、該積層圧電素子へ音響整合層を形成することを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項9】 超音波トランスデューサの側面および背

2

面に、絶縁材または金属の超微粒子を噴射堆積することにより保護層を形成することを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【請求項10】 基板上に配線端子を形成し、この配線端子と超音波トランスデューサの上部電極および下部電極とを超微粒子の噴射堆積により形成した導体層により接続したことを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、医療用または非破壊検査用超音波診断装置に用いられる超音波トランスデューサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の超音波トランスデューサの構造は、「医用超音波機器ハンドブック」、コロナ社、p186等に示されるように、ダンピング層の上に絶縁層を介して両面に電極を形成したPZT圧電セラミックス薄片を接着し、更に音響整合層を接着していた。また、アレイド構造トランスデューサの場合は、特開昭54-131380号公報および「医用超音波機器ハンドブック」、コロナ社、p187等に示されるように、これをダイシングソーを用いて切断し、隣接した圧電振動子片間の音響的クロストークが起こらないようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術における構造・製法では以下に記載するいくつかの欠点がある。第1の欠点は、最近の動作周波数の高域化というニーズ対応から来るものである。即ち、動作周波数の高域化は圧電振動子や音響整合層の薄肉化を必要とする。従来は圧電セラミックス板を研磨することにより薄片化を図ってきたが、動作周波数が50MHz以上になると、圧電セラミックス板の厚みが極めて薄くなり、電極形成、分極および接着のいずれにおいても、割れ易く、また完全に割れないまでもマイクロクラックの発生の為の特性劣化を招き、分留まりの低下を来すことになる。

【0004】第2の欠点は、接着剤を用いることからくるものである。即ち動作周波数が高域化するにつれ、接着剤層の厚さが圧電素子層の厚さに対して無視できなくなり、音響送受特性が低下し、高域化による分解能の向上という本来の目的を損なわせてしまう。図29は、小型超音波トランスデューサの従来構造でありダンピング層91、絶縁体92、両面に電極93、94の付いた圧電体95および音響整合層兼レンズ96の間がいずれも接着剤97で接合されている。

【0005】第3の欠点は、アレイド構造を実現しようとする時に起こるものである。即ち、従来は一般に精密切断砥石を用いて各圧電振動子片に分離していたが、この方法では切断する時に用いる水流圧の切断圧によって、

3

加工中に切断または切断中の圧電振動子片を遺失してしまうという問題であり、多素子のアレイ型の場合は特に起こり易く、分留まりを大幅に低下させる原因となる。また、同心円構造のアレイ型の場合はレーザービームによって同心円構造を実現すると言う方法があるが、この方法では熱歪が残り特性の劣化を来すという欠点がある。

【0006】また、圧電セラミックスは通常原料粉体と有機バインダーとを混練し、これをプレスまたはブレードキャスト法により成形した後に、加熱してバインダーを除き、その後焼成している。この方法によった場合、バインダーが抜けたあとが焼成後にポア（空孔）となり、機械的な強度が低下することから、前述したような圧電セラミックスの加工中・分極中の破断の原因となる。また、バインダーの除去が完全ではなかった場合、焼成時にバインダーの炭素成分がCOとなって抜けてゆ

くため、結果として酸化物である圧電セラミックスを還元してしまう。このため、圧電セラミックスの材質が変化してしまい、特性が設計通りにならなくなるという問題がある。

【0007】上記問題点は、圧電セラミックス板を薄片研磨法で製造していた。また、層状にする手段として接着剤を用いて積層していた。さらに、アレイ化する手段としてダイシングソーやレーザー加工機を用いていた。また、有機バインダーを用いて圧電セラミックスを製造していたという製造手段を用いていることに原因があることは明白であり、これらのいずれの製造手段も要しない製法が望まれていた。

【0008】因って、本発明は前記従来技術における欠点に鑑みて開発されたもので、有機バインダーを使用することなく圧電セラミックスを製造するとともに、接着剤を用いず、また裁断工程を必要とすることなく、高性能なトランスデューサを高分留まりで生産できる超音波トランスデューサとその製造方法の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段および作用】本発明は、圧電素子、音響整合層およびダンピング層を基本構成要素とする超音波トランスデューサにおいて、その構造を、最下層をダンピング層とし、該ダンピング層と、該ダンピング層の上に形成された絶縁層と、該絶縁層上のダンピング層が形成された面と反対側の面上に下部電極材料と圧電素子材料と上部電極材料とを全て超微粉の状態

で噴射堆積することによって形成された圧電素子部と、該圧電素子部上に音響整合層材料を超微粉の状態で噴射堆積することによって形成された音響整合層とした。

【0010】本発明では、基本的にノズルから加熱した基板に超微粒子の状態

4

で噴射堆積することによって形成された圧電素子部と、該圧電素子部上に音響整合層材料を超微粉の状態

は公知の手法であり、特開平4-188503号公報や、賀集：「超微粒子のガス・デポジション」、真空vol. 35, No. 7, 1992, pp649-pp653等で開示されている。

【0011】上記手法は、超微粒子生成室2で生成または準備した超微粒子1を搬送管3を通じて搬送ガス4により成膜室に導き、ノズル5から高速で基板6上に噴射させることにより、ノズル出射端形状に対応したパターンを有した厚さ数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ の膜7を、直接的に高精度で成膜できるという手法である。この手法の特徴としては、多元素の混合均一膜が得られる。また、マスクを使用せずにパターン形成が可能である。さらに、膜形成速度が大きい。また、膜密度制御が可能である。さらに、低温膜形成が可能であるということが挙げられている。

【0012】金属電極成膜時は、抵抗加熱法・誘導加熱法・アーク加熱法・誘導プラズマ加熱法・レーザー加熱法等で金属を加熱して蒸発させ、これと不活性ガス原子との衝突で超微粒子を生成し、搬送管に不活性ガスである搬送ガスとともに導入し、ノズルから基板に向けて噴射する。一方、圧電膜形成は超微粒子生成室にアルコキジド法で準備した、例えばPZT超微粒子粉を置き、搬送ガスでこの超微粉を舞い上がらせ、舞い上がった超微粉を搬送ガスで搬送管に導入し、ノズルから基板に向けて噴射する。

【0013】この手法においては、超微粉は金属・ガラス・セラミックス・プラスチックのいずれでもよく、また基板についても同様の材質が利用できる。さらに、この手法はノズルを複数準備すれば異種の材料の薄膜または厚膜積層を一挙に実施できるという特徴も有している。

【0014】従って、複数のノズル（例えば3本）を一定の間隔で並び配置させ、配置した方向に基板を移動することにより、3層の積層薄膜が得られる。また、2本のノズルで基板を往復移動させても3層の積層薄膜を得ることができる。この場合、形成される膜のパターン・厚さ等の形状は、微粒子の搬送条件と各々のノズルの形状と移動速度とにより決定される。このため任意の形状を噴射堆積のみで加工することができる。

【0015】また、超音波トランスデューサを構成する各層は、接着層を介在することなく形成される。さらに、超音波トランスデューサの形状は、形成後に研磨・切断工程を必要とすることなく、任意の形状に加工される。

【0016】

【実施例1】図4～図9は本実施例を示し、図4は超音波トランスデューサの斜視図、図5～図9は加工プロセスを示す側面図である。本実施例は、圧電素子17、音響整合層35、ダンピング層22を基本構成要素とする超音波トランスデューサ11である。その構造は、最下

層をダンピング層22とし、該ダンピング層22と、該ダンピング層22の上に形成された絶縁層23と、該絶縁層23上のダンピング層22が形成された面と反対側の面上に下部電極16と圧電素子17と上部電極18とを全て超微粉の状態の材料を噴射堆積することによって形成された圧電素子部と、該圧電素子部に音響レンズ材料を超微粉の状態で噴射堆積することによって形成された音響整合層35とした。

【0017】以上の構成から成る超音波トランスデューサ11は、まず絶縁基板23を加熱し、その上面にノズル12から下部電極用超微粒子19を噴射堆積して下部電極16を形成する。続いて、下部電極16上にノズル13から圧電体薄膜用超微粒子20を噴射堆積し、圧電体薄膜17を形成する。これを500℃～1000℃の酸素雰囲気中で熱処理する。その後、ノズル14から上部電極用超微粒子21を噴射堆積して上部電極18を形成し、更にノズル33から音響整合層用超微粒子34を噴射堆積して音響整合層35の層状化成膜を行う。

【0018】最後にダンピング層22を絶縁基板の圧電体形成側と反対側に噴射堆積法により形成する。この時、超微粒子製造方法は粉末状モノマーのピロメリット酸二無水物(PMDA)およびオキシアニリン(ODA)を同量蒸発皿に入れ、かつタングステンを別の蒸発室で蒸発させ、これらを搬送管で結合して同一のノズルに導き基板に噴射堆積させる。この方法で、ポリイミド樹脂とタングステン金属粒子の混合堆積膜からなるダンピング層が得られる。

【0019】本実施例によれば、超音波トランスデューサを構成する各層の間に接着層が介在しないため、この部分におけるインピーダンスの不整合やこれに基づく反射が生じない。因って、高感度・短パルス幅の超音波トランスデューサを得ることができるとともに、高信頼性の超音波トランスデューサを分留りよく製造することができる。

【0020】尚、本実施例における各層の平面形状・厚さ等は、ノズルの形状・噴射条件を制御することにより任意に決定できる。このため、超音波トランスデューサの平面形状は、方形・円形等の単純なものに限定されることはなく、任意の形状とすることができる。また、同一形状であれば、複数の発振周波数の超音波トランスデューサは、同一の装置で圧電材料超微粒子および音響整合層材料超微粒子の堆積量を変化させることにより、容易に製造できる。

【0021】さらに、材料用超微粒子には樹脂、ガラス、セラミック、金属等の任意の材質が使用可能であるため、音響整合層用のノズルおよび材料超微粒子を複数用いることにより、多層の音響整合層を持つ超音波トランスデューサを形成することが可能であることは明らかであろう。ダンピング層に関しても同様であり、多層のダンピング層の加工もまた容易である。

【0022】また、本実施例においては、上下面の電極を両方とも噴射堆積法により形成したが、蒸着・メッキ・スパッタ・焼き付け等の旧来の手法により形成することも可能であることは言うまでもない。同様に、ダンピング層および音響整合層を噴射堆積法で形成しているが、これも注型等の旧来の手法で形成することもまた可能である。

【0023】圧電素子についても全く同様であり、数MHzクラスの超音波トランスデューサに関しては圧電素子の厚さを厚くすることができ、前述した様な周波数帯域の高域化に伴う問題点を無視できるため、本案で示す手法により圧電素子以外の部材を構成することにより、接着層によるロスや信頼性の低下が無い高性能の超音波トランスデューサを容易に製造することができる。

【0024】

【実施例2】図10は本実施例を示す側面図である。本実施例は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例は、圧電素子17・音響整合層35・ダンピング層22を基本構成要素とする超音波トランスデューサである。その構造は、最下層の基板37上にダンピング層22・絶縁層36・下部電極16・圧電体薄膜17・上部電極18・音響整合層35の順に積層した構造とした。ただし絶縁層36は、ダンピング層22と下部電極16との電位が異なる場合についてのみ必要であり、両者の電位が等しい場合は絶縁層36を省略することができる。

【0025】以上の構成から成る超音波トランスデューサは、まず絶縁基板37を加熱し、ダンピング層22を噴射堆積法により形成する。続いて、ダンピング層22の上面に、絶縁層36・下部電極16・圧電体薄膜17を順に噴射堆積により形成し、熱処理を行った後、更に上面について上部電極材料・音響整合層材料を順に噴射堆積により形成する。

【0026】絶縁層36は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・PZT等のセラミックスや各種ガラスおよびポリイミド等の耐熱性樹脂により構成する。その厚さは、電氣的絶縁性のみで定まる。例えば、絶縁層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>超微粒子の堆積により形成したとき、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の絶縁耐圧は10KV/mmであるから、トランスデューサを発振させるために印加する数百V p-pの電圧に関し、絶縁層の厚さは数十μm程度で十分である。

【0027】本実施例によれば、圧電素子とダンピング層の間の絶縁層を非常に薄くするかまたは省略することが可能になる。このため、ダンピング層の性能を最大限に発揮させることができ、トランスデューサのパルス幅を短くすることができる。このため、深さ方向の分解能が向上する。保持部材として機能し得る基板とトランスデューサとを一体に形成できる。基板と圧電素子との間にダンピング層が設けられることから、この基板はトランスデューサの性能に影響を与えることがなく、形状・

厚さを任意に設定できる。このため、トランスデューサを実装するシャーシ等を基板とすることにより、実装の位置精度が向上するとともに、実装工程を省略することができ、装置全体としての性能向上と製造コストの低減に効果がある。

【0028】尚、トランスデューサ単体を得たい場合は、形成後に基板を除去することが可能であることは明らかであろう。

【0029】

【実施例3】図11および図12は本実施例を示し、図11は加工法を示す側面図、図12は構造を示す側面図である。本実施例は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例においては、超音波トランスデューサを構成する各層の材料超微粒子について、それぞれ専用のノズルを使用する。各ノズルは、その断面形状が形成する超音波トランスデューサよりも十分小さいものとし、これを図示したように積層の順に従って下層から順に走査方向に向けて配置する。

【0030】まず、基板23の上方に、下部電極材料用ノズル12・圧電体薄膜用ノズル13・上部電極用ノズル14を順に配置する。上記各ノズルから、下部電極材料超微粒子19・圧電体薄膜材料超微粒子20・上部電極材料超微粒子21を吹きつけながら、基板23とノズル群とを相対移動15させることにより、圧電素子部を形成する。

【0031】本実施例では、超音波トランスデューサを構成する各層が、ほぼ同時に加工される。各層のパターン・厚さ等の形状は、微粒子の搬送条件と、各々のノズルの形状と移動速度とにより決定される。

【0032】本実施例によれば、相対移動の速度・移動パターン等の条件と、各ノズルの噴射条件とを制御することにより、任意の形状の超音波トランスデューサを、同一の装置で加工することができる。このため、複雑な形状の超音波トランスデューサの製造や、多種少量生産への適用に優れている。また、層形成中に走査速度を変化させることにより、各層の厚さを段階的・連続的に変化させることにより、広帯域型の超音波トランスデューサを形成することができる。この超音波トランスデューサの形状を図12に示す。

【0033】尚、本実施例においては前記実施例1に基づく場合について具体的に示したが、他の実施例についても同様に適用できることは言うまでもない。

【0034】

【実施例4】図13は本実施例を示す側面図である。本実施例は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例においては、音響整合層材料超微粒子用ノズル33を、その断面形状が $\phi 50\mu\text{m}$ 等の、超音波トランスデューサ平面形状に比較して十分に小さいものとする。前述の実施例で示した手法によって形成した超音波トランスデューサ11の音響整合層3

5の上面に、ノズル33から音響整合層材料超微粒子34を噴射する。この時、ノズル33と超音波トランスデューサ11とを相対移動させる。相対移動のパターンはNCにより制御され、堆積層を厚くする必要がある部分については、走査回数を増やす・走査速度を落とす等により、より多量の超微粒子34を噴射する。

【0035】本実施例では、音響レンズ17が絶縁層を介在せずに形成される。

【0036】本実施例によれば、音響レンズを絶縁層の介在なしに、また切削等の機械加工を使用することなく加工できる。これにより、絶縁層による反射・音響インピーダンスの不整合や、機械加工によって印加される応力によるマイクロクラック・破壊等が生じることがない。このため、高感度・高信頼性であり、音響レンズによる収束音場を持つ高分解能型の超音波トランスデューサを分留り良く得ることができる。

【0037】尚、本実施例においては、音響整合層と音響レンズを兼用して1層の音響整合とした場合について述べたが、音響レンズ材料用超微粒子には、樹脂・ガラス・セラミック・金属等の任意の材質およびこれらの混合物が使用可能であるため、多層の音響整合層・レンズ構造として、音響インピーダンスの良好な整合を実現しようとする場合にも、容易に対応できることは明らかであろう。

【0038】

【実施例5】図14～図18は本実施例を示し、図14～図17は加工プロセスを示しており、図14a、bは平面図および側面図、図15a、bは平面図および側面図、図16a、bは平面図および側面図、図17は側面図、図18は変形例を示す平面図である。本実施例は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例では、基板23上へストライプ状に複数本の層形成を行い、1枚の基板23に一体に複数の超音波トランスデューサ11が構成されたアレイ型の超音波トランスデューサ39を形成する。

【0039】本実施例によれば、複数の超音波トランスデューサを一体に形成したアレイ型の超音波トランスデューサを、絶縁・裁断工程を全く必要とせずに行うことができる。このため、裁断加工によって印加される応力によるマイクロクラック・破壊等やこれに伴う超音波トランスデューサの散逸・不良が生じることがない。このため、高信頼性のアレイ型超音波トランスデューサを、分留り良く得ることができる。

【0040】尚、加工を行うノズルは、層の平面形状と同一の断面形状を持つもの、細径のノズルとしてこれらを走査すること、1材料に関して複数のノズルを用いて複数本の層形成を一度に行うこと等が可能である。この時、形成される層の平面形状は、図示したような直線状の他に、図18に示した様な同心円状とすることも可能である。

【0041】

【実施例6】図19～図21は本実施例の加工プロセスを示す斜視図である。本実施例は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例は、表面に白金を蒸着して導電性を持たせた基板23の表面に、形成する超音波トランスデューサの平面形状と同一の開口50を持つマスク49を密着させる。その後、開口50の内部にノズル12から圧電体薄膜材料を超微粒子の状態で噴射堆積し、圧電体薄膜を形成する。同様に、上部電極・音響整合層（いずれも図示せず）を噴射堆積法により開口50内に形成する。その後、マスク49を除去し、1枚の基板に一体に複数の超音波トランスデューサ11が構成されたアレイ型の超音波トランスデューサ39を形成する。

【0042】本実施例によれば、平面形状が精密に定められた超音波トランスデューサを作成できる。特に図示したようなアレイ型の超音波トランスデューサの場合、個々の超音波トランスデューサの形状を精密に定めることができるため、これらの間隔を狭くした場合にもクロストーク等の障害を生じることがない。このため、小型・高性能の超音波トランスデューサを得ることができる。

【0043】尚、形成される超音波トランスデューサの平面形状は、図示したような直線状の他に、前記実施例5で図18を用いて示したような同心円状やその他の形状についても、マスク形状を変化させることにより対応できることは言うまでもない。またアレイ型ではなく1つの超音波トランスデューサを作成する場合についても同様である。

【0044】

【実施例7】図22～図24は本実施例を示し、図22は側面図、図23および図24は変形例を示す斜視図である。本実施例は、基板38を曲面板とした例である。形状としては、球面・円筒面・放物面等の、任意の曲面の凹凸面が可能である。本実施例では、球凹面とした場合について具体的に示す。加熱された基板38の上面にノズル12から下部電極用超微粒子19を噴射する。このノズル12と基板38とを相対移動させることにより層形成を行い、堆積して下部電極24を形成する。相対移動のパターンはNCにより制御され、層形成中において常にノズル12および下部電極用超微粒子19の噴射方向が基板38の被形成面と垂直になるように保たれる。他の層についても、同様に形成を行う。

【0045】本実施例では、基板の被形成面に対して、垂直な超微粒子噴射を行うことにより、基板38の加工面全体にわたって均一な層形成が行われる。

【0046】本実施例によれば、立体的な形状を持つ超音波トランスデューサを得ることができる。これにより、音響レンズ無しで任意の形状の超音波ビームを発振する超音波トランスデューサを得ることができ、超

音波トランスデューサの全体にわたって均一な厚さの音響整合層とすることができ、厚さ方向の整合条件を厳密に満たすことができる。従って高感度の超音波トランスデューサを得ることができる。

【0047】尚、本実施例においては前記実施例1に基づく場合について具体的に示したが、他の実施例についても同様に適用できることは言うまでもない。例えば、前記実施例5に示した様なアレイ型の超音波トランスデューサを本実施例に示したような曲面上に形成した場合、図23に示した様なコンベックスアレイ型や、図24に示した様なラジアルアレイ型の超音波トランスデューサを得ることができる。

【0048】

【実施例8】図25は本実施例を示す側面図である。本発明は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例は圧電素子層を、下部電極16・下部圧電体薄膜41・中間電極43・上部圧電体薄膜42・上部電極18の各層を基板状に噴射堆積し、積層圧電素子40として形成した。積層方法は、前述の各実施例において触れられているいずれの方法も使用できる。例えば、各層においてそれぞれ相当する断面形状を持つノズルを使用すること、前記実施例3に示した様に細径のノズルを走査することも可能である。

【0049】本実施例によれば、積層型圧電素子が接着層を介さず容易かつ高精度に作製することができる。この積層型圧電素子は、同一形状を持つ単層型圧電素子と比較して、電気的インピーダンスを低くすることができる。このため、高周波化・小型化に関して問題となる、超音波トランスデューサの電気的インピーダンスの上昇に伴う、信号伝達線・発振機・観測装置との電気的インピーダンスの不整合をなくすることができる。因って、装置全体の感度を高めることができる。

【0050】

【実施例9】図26は本実施例を示す側面図である。本発明は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例は、前記の各実施例に基づいて作製された超音波トランスデューサについて、その側面および背面に噴射堆積法によってセラミックスからなる被覆層44を形成した。

【0051】本実施例によれば、超音波トランスデューサを水分の侵入・傷・電磁ノイズの影響等の外部環境に対して保護できる。ここで噴射堆積法を用いることにより、保護すべき面を厳密に選択できるため、超音波ビームを送受するレンズ面や、実装において必要な電極端子等を全く汚すことなく、被覆を行うことができる。被覆層用超微粒子には、上記の他に樹脂・各種ガラス・各種セラミックス・金属・カーボン等の任意の材質およびこれらの混合物が使用可能である。このため、例えばセラミックスと金属の多層被覆として、電気的絶縁性・対ノイズ性の両者を目的とした被覆を形成することも可能で

ある。因って、対環境性に優れ、信頼性の高い超音波トランスデューサを得ることができる。

【0052】

【実施例10】図27および図28は本実施例を示す斜視図である。本発明は、基本的には前記実施例1と同様であり、相違点について述べる。本実施例は、まず基板23上に電気端子45、46を設ける。下部電極16を噴射堆積する際に、該電極を延長する形で下部電極用電気端子45と下部電極16とを結ぶ導体の配線パターン47をノズル12を走査して形成する。同様に上部電極18と上部電極用電気端子46の間についても、配線パターン48を形成する。

【0053】本実施例では、配線パターン47、48により電極16、18と端子45、46とが電気的に結合される。

【0054】本実施例によれば、超音波トランスデューサへの配線は、基板上の電気端子に対して行えばよい。このため、配線時に超音波トランスデューサへ熱等によるダメージを与えることがなくなる。また、端子の形状は超音波トランスデューサの特性に全く影響を与えることがないため、任意に設定できる。従って、装置への実装を前提とした端子形状の設定が可能となり、実装工程も含んだ全体としての効率向上が図れる。

【0055】尚、本実施例においては、電気端子は超音波トランスデューサの加工以前に形成する場合について述べたが、配線パターン形成時に、これを更に延長して端子のパターンを形成することも可能である。

【0056】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明に係る超音波トランスデューサとその製造方法によれば、絶縁層を一切用いず、また裁断工程を必要とすることなく製造でき、性能が向上し且つ高分留りによる大幅なコスト低減が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概念図である。

【図2】本発明の概念図である。

【図3】本発明の概念図である。

【図4】実施例1を示す斜視図である。

【図5】実施例1を示す側面図である。

【図6】実施例1を示す側面図である。

【図7】実施例1を示す側面図である。

【図8】実施例1を示す側面図である。

【図9】実施例1を示す側面図である。

【図10】実施例2を示す側面図である。

【図11】実施例3を示す側面図である。

【図12】実施例3を示す側面図である。

【図13】実施例4を示す側面図である。

【図14】aおよびbは実施例5を示す平面図および側面図である。

【図15】aおよびbは実施例5を示す平面図および側面図である。

【図16】aおよびbは実施例5を示す平面図および側面図である。

【図17】実施例5を示す側面図である。

【図18】実施例5を示す平面図である。

【図19】実施例6を示す斜視図である。

【図20】実施例6を示す斜視図である。

【図21】実施例6を示す斜視図である。

【図22】実施例7を示す側面図である。

【図23】実施例7を示す斜視図である。

【図24】実施例7を示す斜視図である。

【図25】実施例8を示す側面図である。

【図26】実施例9を示す側面図である。

【図27】実施例10を示す斜視図である。

【図28】実施例10を示す斜視図である。

【図29】従来例を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 11 超音波トランスデューサ
- 12, 13, 14, 33 ノズル
- 16 下部電極
- 17 圧電体薄膜
- 18 上部電極
- 19, 20, 21, 34 超微粒子
- 22 ダンピング層
- 23 絶縁基板
- 35 音響整合層

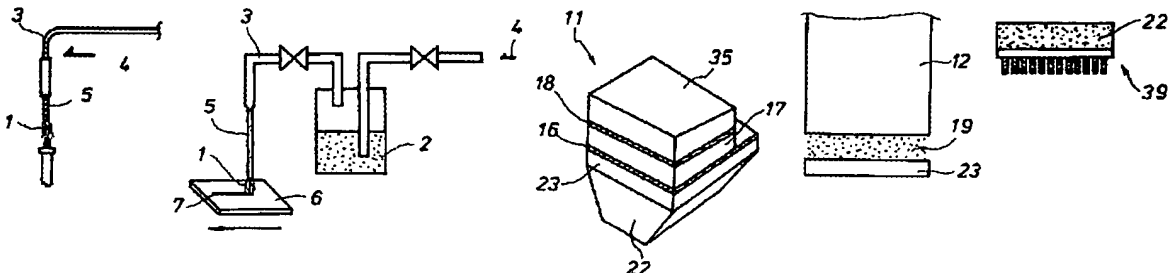
【図2】

【図3】

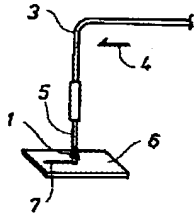
【図4】

【図5】

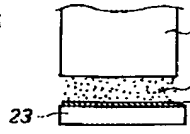
【図17】



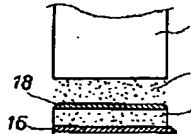
【図1】



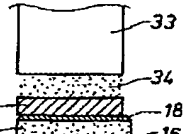
【図6】



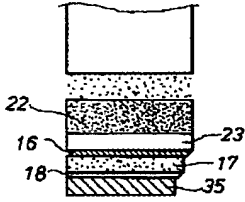
【図7】



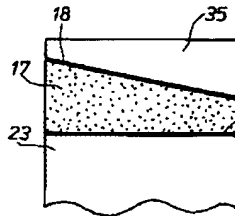
【図8】



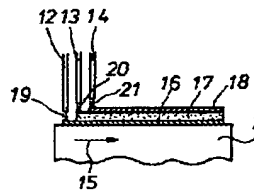
【図9】



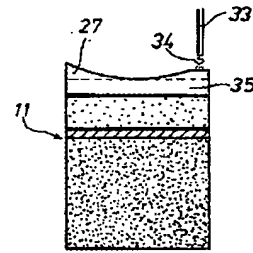
【図12】



【図11】

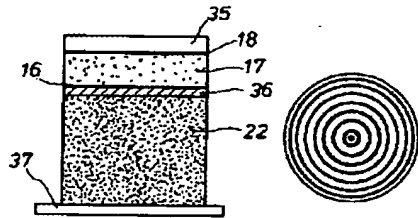


【図13】



1 細粒粒子  
3 搬送管  
4 搬送ガス  
5 ノズル  
6 基板  
7 膜

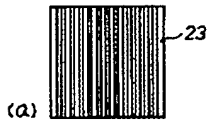
【図10】



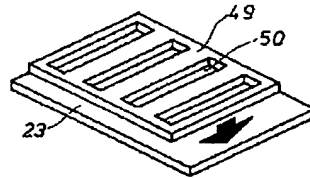
【図18】



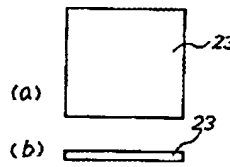
【図16】



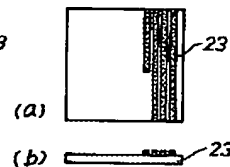
【図19】



【図14】



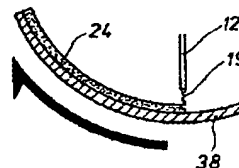
【図15】



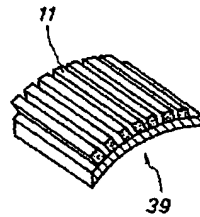
(b)



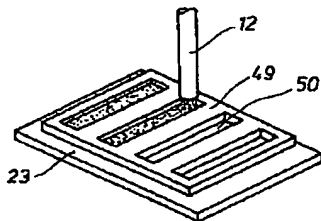
【図22】



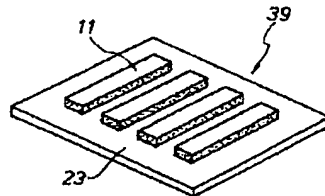
【図23】



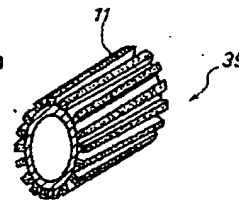
【図20】



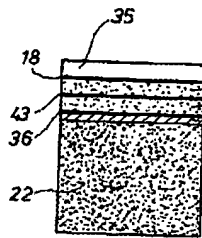
【図21】



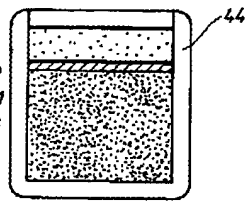
【図24】



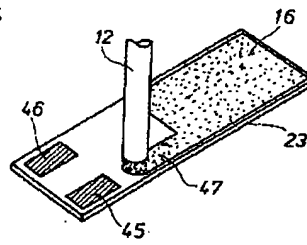
【図25】



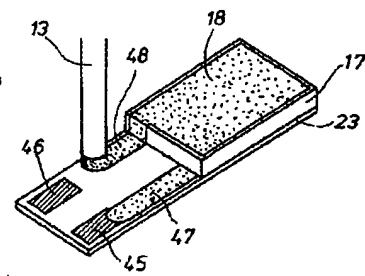
【図26】



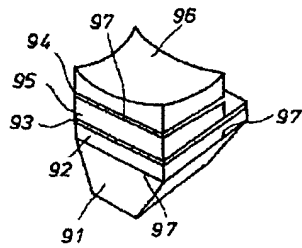
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 若林 勝裕

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 号  
オリンパス光学工業株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**